

ITCZ 波動と台風の生成

清水喜允*

1. はじめに

GMS「ひまわり」の画像から、ITCZ の波動が顕著に発達し、台風 7918 (ROGER) と台風 7919 (SARAH) が生成した過程を示す。

下層 850 mb 面の風場を示し、顕著な低気圧性のうず度場が、ITCZ 波動に対応し、うず度の極値で台風が発生し、雲バンドは比較的強風であるうず度零線の近傍に見られたことを示す。ITCZ の北を西進する上層のうず度を持つじょう乱に対応して下層にうず度が見られ ITCZ じょう乱の発達に寄与する可能性のあることを示す。

2. ITCZ 波動の様相

ここに述べる ITCZ 波動とは口絵写真 1 に示すように、フィリピン上空と日本のはるか南で雲パターンが北に鋭くふくらんで逆“V”の型で見られるような様相としてとらえることができる。これを波動と見ると約 2000 km の波長である。波動の北の頂点の南西に熱帯低気圧に伴う対流雲クラスターがみられる。フィリピン南西海上のクラスターは台風 (7919) SARAH の TD (Tropical Depression, 以下 TD と記す) 期に対応する。また、日本の南 12°N, 135°E 付近のクラスターは台風 (7918) ROGER の TD 期である。波状の ITCZ 雲バンドは、個々の TD の南西側から東に廻るいわゆる反時計回転性の部分が比較的顕著である。18°N, 170°E 付近にはかすかな雲域があって、この雲域に応答するかのように ITCZ が北へ伸び出している。(前者が先駆的で ITCZ の北への伸び出しは時間的に後で起るようである。)

3. ITCZ 波動と台風の形成の過程

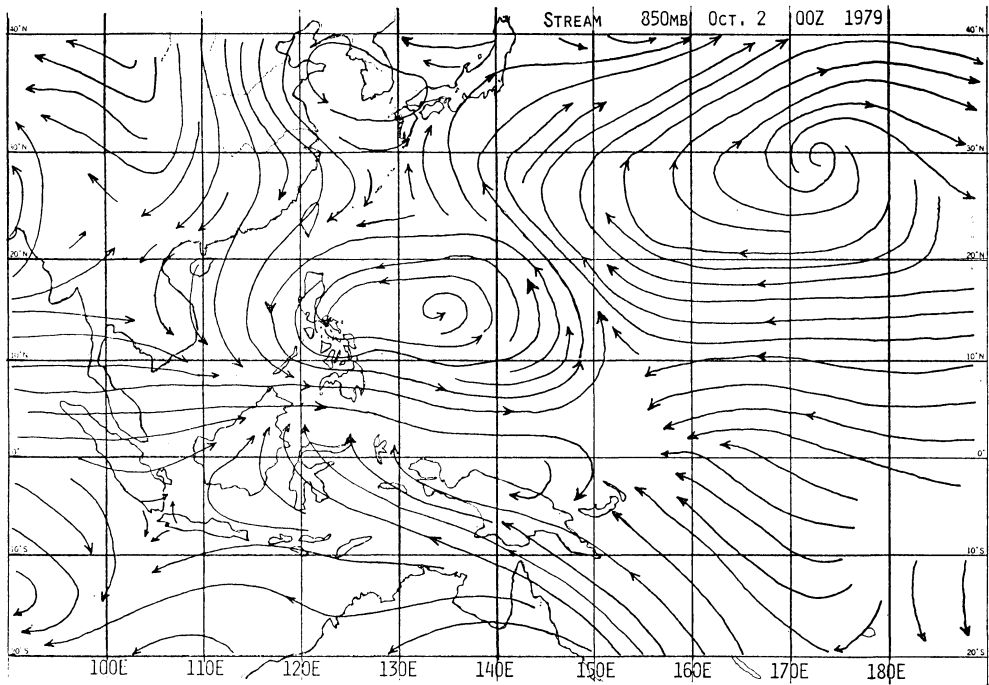
台風を発生させた ITCZ 雲バンドの波状性の形成過

程を示す。

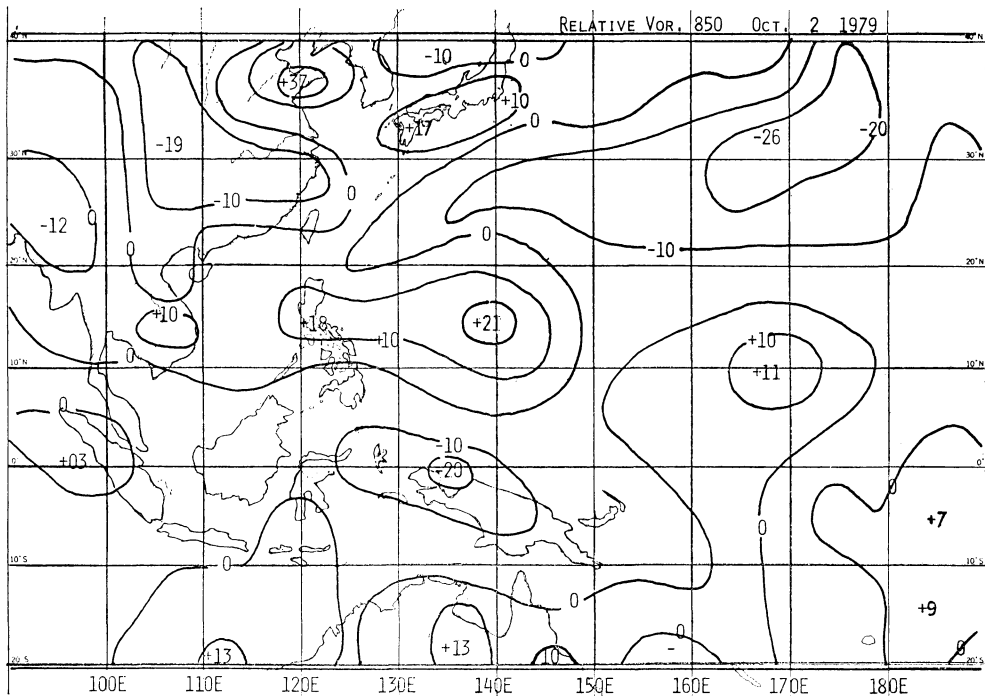
写真 2-1 は、9 月 28 日 00Z の赤外写真で台風 7916 OWEN ㉔があり、この東には中高緯度の中部太平洋トラフから流れ出した上空の寒気核に対応している雲域㉕と㉖が波状を呈し、ムービー観察から、ともに低気圧性の回転をしている。ITCZ のクラスター㉗、㉘、㉙、㉚は約 2000 km の間隔で存在しているが、個々のクラスターが南北に向いており、特に㉘と㉚は擾乱㉛と㉜にそれぞれ呼応しているように見える。写真 2-2 は 24 時間後の写真で擾乱㉛は南北の雲バンドとして日本付近の中緯度擾乱に流れ込んでいる。㉜の南方では雲量が増し、㉜付近では積乱雲クラスターが巨大化している。インドナ半島にあった雲域㉝は東進し、雲域㉞に接近している。雲域㉞の北部は雲バンド㉟に接近し、南部は東進し㉟に併合されつつある。24 時間後の写真 2-3 では、雲域㉟が姿を消しつつあり、㉜はゆっくり西進し、㉜は㉟付近に達し、㉟の南西には雲バンドが顕著に発達した。東進した㉟はフィリピン南西海上にあり、㉟と㉟付近では雲バンドが北に凸の様相となり、やや低気圧性の曲率をもって、波状になった。写真 2-4 では㉟の南西にうず状の雲域㊱が形成された(雲域㉟に対応すると見られる)。㉟付近はますます北にふくらみ、その西方に雲域㊲が形成されつつある。ムービー観察によれば、雲域㉟と㊱はこのときともに低気圧性の回転を示し、ともに TD となった。㊲は、4 日 06 Z に台風 18 号 ROGER となり、㊱はほぼこのパターンが続いていたが 7 日 00Z に台風 19 号 SARAH になった。㊲付近にはかすかな絹雲があって、その南東の㉟付近で ITCZ 雲バンドが北にふくらみ、㉟～㊱～㊲にそって雲バンドの波状性がみられる。

第 1 図は、従来の地上・高層観測資料と軌道衛星の温度データおよび静止衛星の風データを最適内挿と変分法によって調節する Shimizu・Suzuki (1978) の客観解析を、清水 (1980) が改良して解析した 850 mb 面の流線

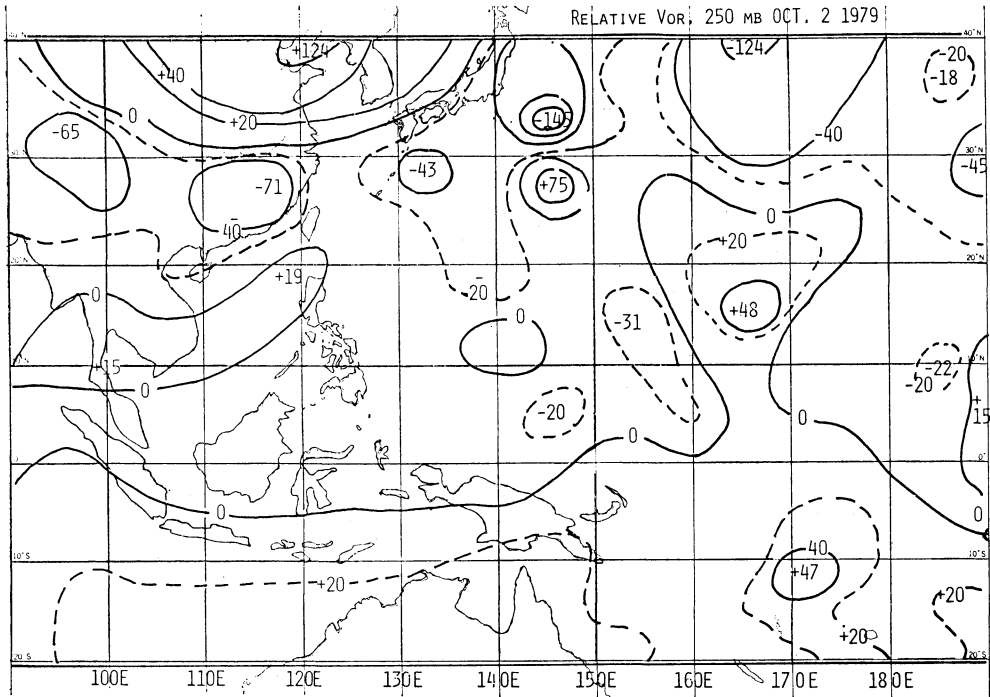
* Nobuyoshi Shimizu, 気象衛星センター解析課



第1図 ITCZ 波の発達時における 850 mb 面の流線, 1979年10月2日 00Z.



第2図 ITCZ 波の発達時における 850 mb 面の相対うず度 (単位 10^{-6} sec^{-1}), 1979年10月2日 00Z.



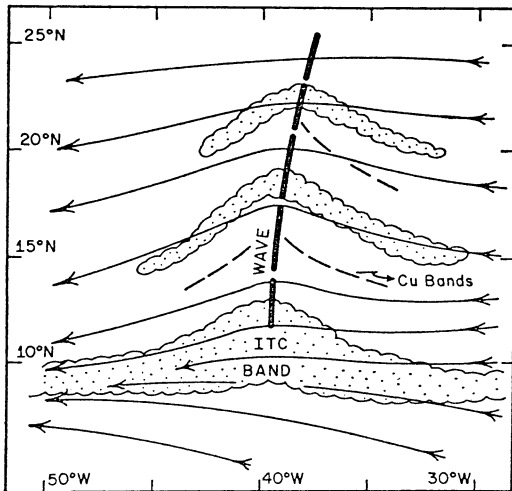
第3図 ITCZ 波の発達時における 250 mb 面の相対うず度 (単位 10^{-6} sec^{-1}), 1979年10月2日 00Z.

図で写真1に対応する。2つの熱低付近で流線は顕著に湾曲し、北に弱い東風、南にやや強い西風が見られる。これら①④を含む領域の西側では、大陸起源の吹き出しを含めて北よりの風である。東側では西風と東風が合流して強い南よりの風の場になっている。ボルネオ島の北では南と北からの合流が顕著で活発な対流雲域に対応している。ニューギニア島の北東付近では、西風と東風が合流するが風速は弱い。この海域に台風7920 TIP になった TD が3日後に発生した。第2図は 850 mb の相対うず度である。写真1と重ね合わせてみると、波状の雲バンドは相対うず度の零線の近傍にあり、①④の南側では西よりの風の強いところに、④の東側では強い南風にはほぼ一致して、幾分低圧側に位置する。うず度の極大域は波状の雲バンドの内側にあり、この位置は解析精度の範囲内で TD とほぼ一致する。第3図は、同時刻の250 mb 面の相対うず度を示している。注目したいのは、15°N, 165°E 付近の正のうず度域である。このうず度は写真2-4に見られる雲域⑥に対応する。第2図では、10°N, 168°E 付近の正のうず度が ITCZ のふくらみの頂点の南西にあって上層のうず度と対応している。ムービー観察を参考にするこの上下のうず度は関連していると思

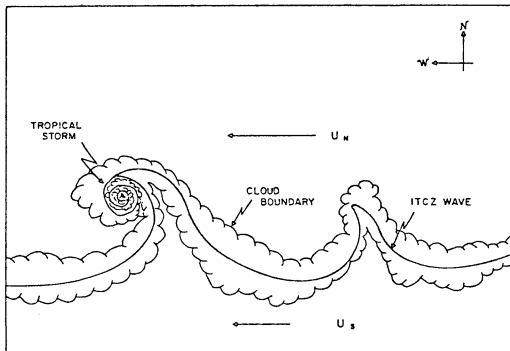
われ、高度とともに北北西の方向に 300 km/600 mb 程度の傾斜角でうず管が傾いていたと見られる。この下層のうず度は西進して、3日後 5°N, 155°E 付近に流れて TD となった (後の台風 7920 TIP)。上層のうず度は TD が発生し、台風になる (6日 06Z) あたりから北西向きに進行し低気圧性回転が強まってきた TD と離れていった。

4. 考察

偏東風波動は Riehl (1945) によって詳しく調べられた。20°E 帯で最も振幅が大であり、トラフ軸の東または南東で対流雲が活発である。彼はこの波動は赤道付近まで影響を与えることを示唆した。また、偏東風波動は上空に寒気を持つ擾乱としてとらえられた。台風の発生の解析において、Yanai (1961) は 700 mb 面で寒気核が初期の波動段階で存在していたことを報告している。Sadler (1976) は上層の低気圧性回転を示す擾乱 (cold core type のじょう乱) が ITCZ 上のじょう乱の発達に寄与すると述べている。「ひまわり」で観測される cold core 型のじょう乱が確かに寒気核を有していることを Shimamura, Watanabe (1978) は Wake 島の資



第4図 逆V字の雲パターンと対流圏下層の流れの関係を示すモデル (Frank, 1969).



第5図 偏東風内の低気圧性シア応力によって熱帯低気圧をともなって発生した ITCZ 波のモデル (Agee, 1972).

料により明らかにした。第2図と第3図で、擾乱⑧と①(写真2-4参照)に伴う上下のうず度の対応は、コールドコア型のじょう乱(あるいは偏東風波動)とITCZのじょう乱が関係していることを示すものである。偏東風波動とITCZ雲バンドの関連性については、Frank(1969)が偏東風波動によって第4図に示すようなITCZ雲バンドが北へふくらむことを報告している。写真2-1から2-4の中でじょう乱⑧と①はFrankの逆Vのパターンと似ている。上層コールドコアじょう乱①は写真2-4における①付近の雲バンドの振幅増大に寄与していると考えられる。Agee(1972)は、ITCZ波動の北と

南で風の東西成分の速度差を指摘し、波動の形成に低気圧性の水平シアが重要であることを強調した。第5図は彼が示したモデルである。第1図と第2図にはAgeeのいう低気圧性シアがもっと顕著な形で見られる。同時に西よりの風が写真1のITCZじょう乱の生成について顕著であることを示している。Depperman(1947)もフィリピン付近の西よりの風を強調した解析例を報告している。Ageeは波砕によって熱帯低気圧ができるとしたが、中村(1980)は彼の見解を否定して、周辺の雲パターンの循環の強化によると主張している。写真2-4と写真1で顕著なことは、写真2-4のTDに伴うクラスター⑩と南西の雲バンドが24時間後の写真1において接近していることである。この後⑩の南西からの雲バンドは⑩と併合し⑩の東側の対流雲は⑩に併合しなかった。したがって、この場合においてはTD⑩の雲域としての発達は波砕によるものとは言い難い。

時間スケールと水平スケールは写真1の現象の約10分の1であるが、北陸の里雪時に見られるうず状エコーの様相(例えば、Shimizu・Uchida, 1974)が極めて写真1に相似している。ある間隔において存在する正のうず度場の南に西よりの流れの場が存在している点で相似であるように見える。

5. 結論

大西洋で報告された波動性の擾乱が、太平洋においても観測される。波動の発達の程度においては大西洋のそれより顕著である。ITCZ波動の北東で東風、南側で西よりの風が顕著であること、またITCZ雲バンドの波はほぼ下層の相対うず度の零線に対応していて、うず度の正の極大域が台風発生域と対応する。上空の正のうず(低気圧性の回転をする上層雲)に対して、南のITCZ雲バンドが北にふくらんでITCZ雲バンドの波状の振幅が増大する。かつ、上空の正うずと下層の正うずが、少くとも初期の段階においては連結している可能性がある。

また、ITCZの雲バンドは正うず度の場の南に西よりの風の場が存在するとき顕著な波状を呈すると見られる。

文献

- Agee, E.M., 1972: Note on ITCZ wave disturbances and formation of Tropical Storm Anna, Mon. Wea. Rev., 100, 733-737.
Depperman, C.E., 1947: Notes on the origin and

- structure of Philippine typhoons, Bull. Amer. Met. Soc., 28, 399-404.
- Frank, N.L., 1972: The "Inverted V" cloud pattern—an easterly wave?, Mon. Wea. Rev., 97, 130-140.
- 中村健次, 1980: ITCZ 波動擾乱から熱低・台風への発達について, 天気, 27, 373-377.
- Riehl, H., 1945: Waves in the easterlies and polar front in the tropics, Dept. Met., Univ. Chicago, Misc. Rept. No. 17, 1-79.
- Sadler, J.C., 1976: A role of the tropical upper tropospheric trough in early season typhoon development, Mon. Wea. Rev., 104, 1266-1278.
- Sadler, J.C., 1978: Mid-season typhoon development and intensify changes and the tropical upper tropospheric trough, Mon. Wea. Rev., 106, 1137-1152.
- Shimamura, M. and Y. Watanabe, 1978: Tropospheric transient disturbances over the tropical western Pacific, Part II, Analyses based on GMS satellite data, Text for WMO/UN regional training seminar on the interpretation, analysis and use of meteorological satellite data, Oct. 23-Nov. 2, Tokyo, Japan.
- Shimizu, N. and K. Suzuki, 1978: Objective analysis in tropics, Proc. of the Symp. on the Use of Satel. Data in Met. Res., Tokyo, Met. Soc. Japan, 90-95.
- Shimizu, N. and A. Uchida, 1974: An observational study of organized snow echo over the Japan Sea, J. Met. Soc. Japan, 52, 289-299.
- 清水喜允, 1980: 赤道収束帯から北に伸びる雲バンド, 1980年春季大会予稿集, 日本気象学会, 165.
- Yanai, M., 1961: A detailed analysis of typhoon formation, J. Met. Soc. Japan, 39, 187-214.

 NEWS

IAMAP at Hamburg 1981,

Third Scientific Assembly, 17—28 August 1981

International Association of Meteorology and Atmospheric Physics (IAMAP)

(開催場所) 西独ハンブルグ市の Congress
Centrum Hamburg

(トピック)

1. The Role of the Oceans and Volcanoes in Atmospheric Chemistry
2. Special Symposium on Nucleation
3. NOWCASTING: Mesoscale Observations and Short-Range Prediction
4. Dynamics of the General Circulation, Part II: The Tropics. FGGE results could be included here (NOTE: Part I on the Mid-Latitudes will take place earlier, at the University of Reading, as described in "Related Meetings of 1981.")
5. Boundary-Layer Dynamics and Air-sea Interaction
6. Radiation Transfer in the Oceans and Remote Sensing of Ocean Properties
7. Use of Lasers for Studies in the Stratosphere

and Troposphere

8. The Solar Constant and the Special Distribution of the Solar Energy
9. The Evolution of the Atmospheres of the Terrestrial Planets
10. Climatic Fluctuations and Relations to the Tropical Atlantic
11. Climatic Variations of the Past 1,000 years
12. Urban and Regional Climates (including anthropogenic influences)
13. Status of Data Bases and Techniques for One- and Three-month Forecasts
14. Field Experiments on Convective Storms
15. Middle Atmospheric Sciences Symposium

出席等についての問い合わせ先:

〒606 京都市左京区北白川追分町

京都大学理学部地球物理学教室

山元竜三郎